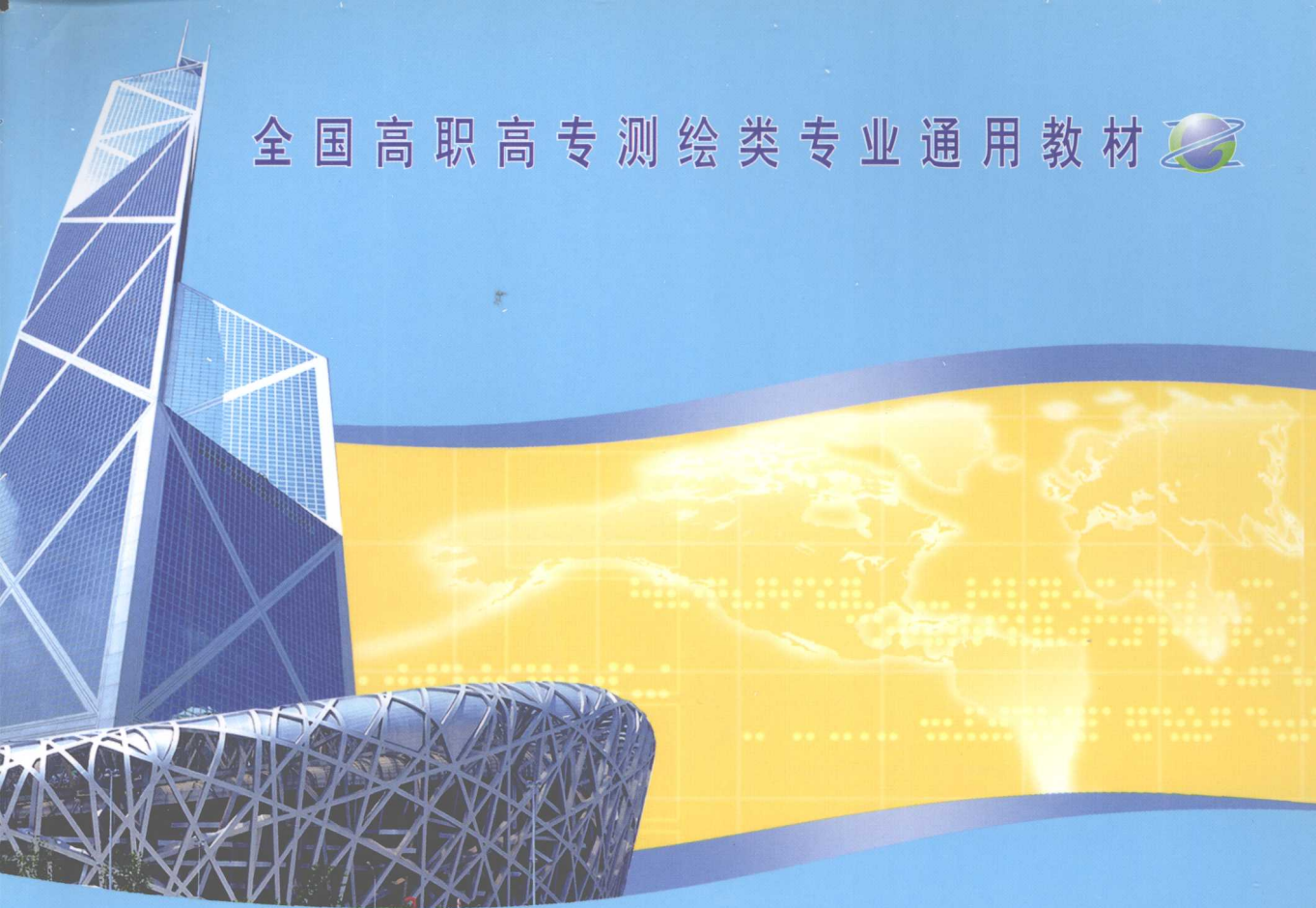


全国高职高专测绘类专业通用教材 



# 地理信息系统

GEOGRAPHIC  
INFORMATION SYSTEM

黄瑞 主编



测绘出版社

全国高职高专测绘类专业通用教材

# 地理信息系统

Geographic Information System

黄 瑞 主编

测绘出版社

· 北京 ·

## 内容简介

本书是编者在总结现有 GIS 学科的基本理论、实践与成果的基础上,结合多年 GIS 科研与高职高专教学经验的基础上完成的。全书共分 9 章,系统阐释了地理信息系统的基础理论与实践技能,具体内容包括地理空间数学基础、空间数据采集方法、空间数据质量评价、GIS 基本空间分析功能、GIS 行业综合应用等。本书强调“工作过程”及“工学结合”的高职高专教育特点,文字表达简洁易懂并注重与行业建设的联系,在每章设置思考题,使读者在学习完各章知识点后能及时进行总结和回顾。

本书可作为地理信息系统、遥感、测绘类专业高职高专学生的教材,也可作上述专业本科生以及国土管理、环境科学、园林工程及相关专业研究人员的学习参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统/黄瑞主编. —北京:测绘出版社,2010.2

全国高职高专测绘类专业通用教材

ISBN 978-7-5030-1957-9

I. 地… II. 黄… III. 地理信息系统—高等学校:技术学校—教材 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 013075 号

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

责任编辑 吴 芸

封面设计 李 伟

出版发行 **测绘出版社**

社 址 北京西城区三里河路 50 号

电 话 010—68531160(市场营销)

电子信箱 smp@sinomaps.com

印 刷 北京建筑工业印刷厂

成品规格 184mm×260mm

印 张 10.5

版 次 2010 年 2 月第 1 版

印 数 0001—2000

邮政编码 100045

010—83543974 68512386(发行部)

网 址 www.sinomaps.com

经 销 新华书店

字 数 250 千字

印 次 2010 年 2 月第 1 次印刷

定 价 24.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-1957-9/P·459

如有印装质量问题,请与我社发行部联系

# 全国高职高专测绘类专业通用教材 编委会名单

顾 问：宁津生

主任委员：赵文亮

副主任委员：陈 平

委 员：（按姓氏笔画排列）

王晓春 全志强 杨建光 林玉祥

金 君 周 园 赵国忱 洪 波

聂俊兵 黄华明 薄志毅

## 参编学校及生产单位

(排名不分先后)

山西交通职业技术学院  
山西建筑职业技术学院  
中国科学院地理所  
中国第二冶金建设有限责任公司  
石家庄铁道学院  
石家庄职业技术学院  
包头铁道职业技术学院  
辽宁工程技术大学职业技术学院  
辽宁地质工程职业技术学院  
辽宁交通高等专科学校  
辽宁林业职业技术学院  
辽宁科技学院  
扬州环境资源职业技术学院  
成都理工大学  
沈阳农业大学高等职业技术学院  
张家口职业技术学院  
武汉电力职业技术学院  
郑州测绘学校  
河北政法技术学院  
陕西铁路工程职业技术学院  
徐州市消费者协会装饰装修质量监督站  
徐州建筑职业技术学院  
胶州市规划局  
浙江水利水电高等专科学校  
黑龙江农业职业技术学院  
湖北水利水电职业技术学院

# 序

当今中国正处于国家信息化大潮之中,国家要通过推进信息化,促进现代化,加速我国经济、社会的发展。正是在国家信息化建设的大背景下促使测绘信息化的发展。国民经济建设和社会可持续发展对诸如时间、空间、属性这类地理空间信息或者说广义测绘信息的需求也在迅速增长。测绘学科和行业在国家信息化和现代化建设中发挥着越来越重要的作用。为了适应国家信息化建设的需求,测绘正开始步入信息化测绘新阶段。由此对测绘人才队伍建设提出了更高的要求。

我国的高等职业教育作为高等教育的重要组成部分,近年来得到了迅速发展,初步形成了适应我国社会主义现代化建设的高等职业教育体系,大大提高了服务社会的能力,也为我国测绘行业培养了大量高素质的技能型测绘专门人才。他们在全国测绘生产、企业部门,形成一支强有力的骨干力量。目前,我国的高职高专教育正处于探索和改革的重要阶段,其主要任务是加强内涵建设,提高教育质量,重点在于提高人才培养质量,因此要努力抓好实践教学和基础课两个课程体系建设,并使两个体系相互交融。通过课程体系、教学内容和教学方法的改革,让专业与职业有效结合,提高学生学习专业与市场需求的吻合度,增强就业竞争能力。因此在我国当前的高职高专教育的教学改革中,以工作过程为导向,突出“工学结合”,融“教、学、做”于一体的教学理念逐渐成为主导。

为了更好地配合高职高专教育教学改革,探索、开发与“工学结合”人才培养模式相适应的高职高专教育测绘类专业课程体系,加快培养能够满足生产、建设、服务和管理第一线需要的测绘类高技能实用人才,测绘出版社组织全国 20 多所高职高专院校中在教学一线工作的骨干教师和生产单位的专家,结合目前测绘技术的最新发展趋势及社会实际生产的技能需求,编写了这一套兼顾通用性与特色、适合高职高专教育测绘类专业的通用教材。

该套教材以高职高专教育教学改革的基本方向和总体要求为指导,从工作岗位和工作任务出发,以培养职业能力为本位,将生产中的实用技术、新技术更多地融入教材内容,很好地使行动导向与理论导向有机地结合,贯彻“工学结合”的编写主旨,表现出体系完整、联系紧密、通用性强、实用性好的特点,既适合高职高专教育测绘类专业教学使用,也可供相关专业工程技术人员学习参考,必将在推动测绘学科建设、促进高职高专教育测绘类专业教学改革和加快测绘高技能实用人才的培养等诸多方面发挥积极的推动作用。



教育部高等学校测绘学科教学指导委员会主任

中国测绘学会测绘教育工作委员会主任

中国工程院院士

2009年6月

# 前 言

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育质量的若干意见》(教高[2006]16号)的文件精神,为配合高职高专教育教学改革,探索、开发与“工学结合”人才培养模式相适应的高职高专教育测绘类专业课程体系,组织全国20多所高职高专院校的骨干教师和生产单位的专家所编写的全国高职高专测绘类专业通用教材之一。

地理信息系统(GIS)是集测绘学、计算机技术、遥感学、地理学及管理等多学科的综合学科。它主要研究数据采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述工作。步入21世纪,GIS正朝着社会化、标准化和产业化方向发展。随着各行业对3S技术的应用需求越来越广泛,国内GIS高职高专教育也随之迅速发展,很多学校都开设了地理信息系统专业或与3S技术相关的专业,教育部高等学校高职高专测绘类专业教学指导委员会也就高职高专院校地理信息系统专业更好的发展提出了规划。目前高职高专院校的地理信息系统学科教育正处于快速发展和不断完善的阶段。

高职高专教育人才培养的方向是以就业为导向,以岗位为目标,开展全真实训。按照这一方向,GIS教学结合行业工作内容主要应强调数据信息的采集、数据信息编辑及GIS技术方法的分析应用能力的培养。在教学材料的选择上应面向GIS主要应用行业及主要知识点,以期全面提高学生的实践技术操作能力及分析解决问题的能力。

在编写本书的过程中,编者结合自身多年在GIS教学中的体会及高职高专学生学习的实际情况,在书稿整理过程中强调了“工作过程”及“工学结合”的特点。在内容组织上强调了对GIS的基础原理、概念及基本技能的讲解,对于GIS较高层次的内容如系统建设与设计及GIS二次开发语言等内容不作介绍,或仅作简单的知识补充。

本书由黄瑞担任主编,王成余、王春波任副主编,卜丽静、徐艳、朱明晶、杨丹、李泽、崔马军、李蓓蓓、马建良参编。各章节的编写分工如下:第1章由黄瑞、崔马军、李蓓蓓编写,第2章、第6章由王成余、马建良编写,第3章、第7章由黄瑞编写,第4章由卜丽静编写,第5章由王春波、杨丹编写,第8章由朱明晶、黄瑞、李泽编写,第9章由徐艳编写。全书由黄瑞负责统稿。

在本书的成稿过程中得到了教育部高等学校高职高专测绘类专业教学指导委员会以及测绘出版社的大力支持,2009年4月在北京召开的关于教材大纲的讨论和审定会议为教材的后续编写打下了坚实的基础。ESRI中国(北京)公司的何宁总裁、李振宇总监、张聆女士为书稿提供了丰富的素材。昆明冶金高等专科学校的张东明老师审阅全稿并提供了大量的修正意见,浙江水利水电高等专科学校的黄文彬老师审阅本书大纲并给出了建议。同时,在书稿编订过程中参阅了大量的书籍及文献资料,在此对这些专家学者的工作成果一并表示感谢!

为了便于课堂教学和学生自学复习需要,我们以教材为蓝本,整理出了反映各章内容的PPT格式的电子教案,并根据各章知识点分布情况,汇编整理出了章后习题库及相关教学资料,这些资料将免费为读者提供,联系邮箱为:dlxxxt10@sina.com。由于作者水平有限和时间仓促,书中难免还存在错误与不足之处,在使用中您有何建议和意见请随时与我们联系,我们将及时给予回复,并将您的建议反映在再版教材中。

编 者

2009年8月

# 目 录

第 1 章 绪 论	1
§ 1.1 地理信息系统的基本概念	1
§ 1.2 地理信息系统的构成	2
§ 1.3 地理信息系统与相关学科、技术的关系	4
§ 1.4 地理信息系统的行业应用	5
§ 1.5 地理信息系统的发展	6
思考题	9
第 2 章 地理信息数据结构	10
§ 2.1 地理空间及其表达	10
§ 2.2 地理空间关系	15
§ 2.3 空间数据模型	19
§ 2.4 空间数据结构	22
思考题	29
第 3 章 地理信息数据的获取	30
§ 3.1 地理信息系统的数据来源及特征	30
§ 3.2 地理信息分类与编码	31
§ 3.3 空间数据的采集	36
§ 3.4 空间数据的质量	39
§ 3.5 空间数据标准化	43
§ 3.6 空间数据元数据	44
思考题	46
第 4 章 地理信息数据处理	47
§ 4.1 空间数据的坐标变换	47
§ 4.2 空间数据结构的转换	51
§ 4.3 多源空间数据的融合	59
§ 4.4 空间数据的压缩与重分类	61
§ 4.5 空间数据的内插方法	65
§ 4.6 图形数据编辑	69
§ 4.7 拓扑关系的建立	72
思考题	74
第 5 章 地理信息数据管理	75
§ 5.1 数据与文件组织	75
§ 5.2 数据库与数据库管理系统	77
§ 5.3 数据模型	86



§ 5.4	空间数据管理	88
§ 5.5	空间数据组织	90
	思考题	92
<b>第 6 章</b>	<b>地理信息查询与分析</b>	<b>94</b>
§ 6.1	空间查询	94
§ 6.2	叠置分析	96
§ 6.3	缓冲区分析	98
§ 6.4	网络分析	100
§ 6.5	数字高程模型分析	105
§ 6.6	空间统计分析	111
	思考题	116
<b>第 7 章</b>	<b>地理信息系统的应用</b>	<b>117</b>
§ 7.1	地理信息系统与遥感的结合应用	117
§ 7.2	地理信息系统与全球导航卫星系统的结合	118
§ 7.3	地理信息系统在国土资源管理中的应用	120
§ 7.4	地理信息系统在规划中的应用	122
§ 7.5	地理信息系统技术在决策制定中的应用	124
§ 7.6	网络地理信息的应用	129
§ 7.7	基于 GIS 实现网格化管理城市	131
	思考题	135
<b>第 8 章</b>	<b>地理信息产品输出</b>	<b>136</b>
§ 8.1	地理信息系统产品的输出形式	136
§ 8.2	地理信息的专题信息表示	139
§ 8.3	专题地图设计	142
§ 8.4	地理信息可视化的类型	144
	思考题	146
<b>第 9 章</b>	<b>地理信息系统的设计与评价</b>	<b>147</b>
§ 9.1	地理信息系统设计概要	147
§ 9.2	地理信息系统设计的模式	148
§ 9.3	地理信息系统设计与开发的步骤	150
§ 9.4	地理信息系统评价	153
§ 9.5	地理信息系统的标准化	154
	思考题	156
	<b>参考文献</b>	<b>157</b>

# 第1章 绪论

随着现代技术的飞速发展,社会生活或工作中对信息要求的数量和类型的不断丰富,要求我们需要对现实世界进行多尺度、多类型、多时态的信息数据探求,用以解决诸如土地、环境、人口、灾害、规划、建设等重大问题。伴随着系统论、信息论、控制论的形成,以及计算机技术、通信技术、遥感技术、自动化技术等相关技术的不断成熟,地理信息系统(geographic information system,GIS)应运而生。它是集计算机科学、信息科学、现代地理学、测绘学、环境科学、城市科学、空间信息科学等为一体的新兴边缘学科。地理信息系统技术的不断成熟及应用不仅实现了地理信息的现代化、高效管理,而且通过与其他技术的相互促进应用也体现了它巨大的社会价值。本章主要就地理信息的基本概念、主要构成、组成、与相关技术的联系、行业应用及未来的发展方向作系统阐述。

## § 1.1 地理信息系统的基本概念

### 1.1.1 信息、地理信息

#### 1. 信息和数据

信息(information)是事物运动的状态与存在方式,是物质的一种属性,它通过文字、数字、符号、语言、图像等介质来表达,可以作为生产、建设、经营、管理、分析和决策的依据。例如反映学生的信息包括该学生的学号、姓名、年龄、籍贯等内容。信息具有客观性、适用性、可传输性和共享性等特征。数据(data)是对客观事物的直接符号表示,如图形符号、数字、字母等。数据是客观对象的表示,而信息来源于数据,是数据内涵的意义,是数据的内容和解释。例如,从调查数据中可获知数据的分布特征,从测量数据中可以确定对象的形状、大小和位置等信息,从遥感图片中可以提取探测对象的大小、形状和专题信息。

#### 2. 地理信息

地理信息(geographic information)是指与空间地理分布有关的信息,它是地表物体和环境固有的数据、质量、分布特征、联系和规律的数字、文字、图形、图像等的总称。地理信息属于空间信息。它与一般信息的区别在于它具有区域性、多维性和动态性。区域性是指地理信息的定位特征,这种定位特征是通过公共的地理基础来体现的。例如,用经纬网或公里网坐标来识别空间位置,上海位于北纬 $31^{\circ}11'$ ,东经 $121^{\circ}29'$ 。所谓多维性是指在一个坐标位置上具有多个专题和属性信息。例如,一块土地除了具有二维平面坐标信息以外还具有土地利用类型、土地价格等反映土地使用情况的多维信息。动态性是指地理信息的动态变化特征,即时序特性。例如随着社会经济的发展,城市的面貌在不断地发生变化。

### 1.1.2 信息系统

#### 1. 信息系统的基本组成

信息系统是与信息采集、信息加工、信息传递、信息存储以及信息利用等有关的系统。人

的思维系统可以看作是一套信息系统,眼睛可以采集文字、图像,耳朵采集声音,经过大脑编辑、处理,输出结果(如计划、观念、判断)。

在计算机时代,信息系统部分或全部由计算机系统支持,一般由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成。计算机硬件包括各类计算机处理及终端设备;软件是支持数据的采集、存储加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统;数据则是系统分析与处理的对象,构成系统的应用基础;用户是信息系统所服务的对象。

## 2. 信息系统的类型

根据系统所执行的任务,信息系统可分为事务处理系统(transaction process system)和决策支持系统(decision support system)。事务处理系统的主要功能是收集、存储和分析数据,并向组织中的管理人员提供有用信息的系统。它的特点是面向管理工作,提供管理所需要的各种信息。如铁路票价、时间查询信息系统就是典型的事务处理系统。决策支持系统是把数据处理的功能和各种模型等决策工具结合起来,以帮助决策者能够在复杂、多变的外部环境中掌握准确的信息资料,并协助制定科学决策。如投资者可以根据金融决策系统对市场价格做出科学预测。

### 1.1.3 地理信息系统

地理信息系统(geographic information system, GIS)是一门集计算机科学、信息学、地理学等多门科学为一体的新兴学科,它是在计算机软件 and 硬件支持下,运用系统工程和信息科学的理论,科学管理和综合分析具有空间内涵的数据,以提供对规划、管理、决策和研究所需信息的空间信息系统。地理信息系统具有以下子系统:数据输入子系统、数据编辑子系统、数据管理子系统、数据分析子系统、数据成果报告子系统。

与一般的管理信息系统相比,地理信息系统具有以下特征。①地理信息系统在分析处理问题中使用了空间数据与属性数据,并通过数据库管理系统将两者联系在一起共同管理、分析和应用,从而提供了认识各种现象的一种新的思维方法;而一般的管理信息系统则只有属性数据,即使存储了图形,也往往以文件等机械形式存储,不能进行有关空间数据的操作,如空间查询、检索、相邻分析等,更无法进行复杂的空间分析。②地理信息系统强调空间分析,通过利用空间解析式模型来分析空间数据,地理信息系统的成功应用依赖于空间分析模型的研究与设计。

地理信息系统按其范围大小可以分为全球的、区域的和局部的三种。地理信息系统按其内容可以分为三类:①专题地理信息系统(thematic GIS)是具有有限目标和专业特点的地理信息系统,如用于管理城市自来水管网的信息系统;②区域信息系统(regional GIS)主要以区域综合研究和全面的信息服务为目标,可以有不同的规模,如国家级、地区或省级、市级和县级的区域信息系统,也可以按自然分区或流域为单位;③地理信息系统软件工具(GIS tools)是一组具有图形图像数字化、存储管理、查询检索、分析运算和输出等基本功能的软件包。如 ArcGIS、MapInfo、MapGIS、吉奥之星等。

## § 1.2 地理信息系统的构成

从系统论和应用的角度出发,地理信息系统被分为四个子系统,即计算机硬件和系统软件、地理空间数据系统、应用人员和组织机构(见图 1-1)。地理空间数据处于核心地位,在地

理信息系统建设投资构成中,硬件、软件 and 数据的比通常为 1 : 2 : 7。

### 1.2.1 计算机硬件系统

计算机硬件是 GIS 的物理外壳,系统的规模、精度、速度、功能、形式、使用方法甚至软件都与硬件有极大的关系,受硬件指标的支持或制约。GIS 硬件配置一般包括计算机主机、数据输入设备、数据存储设备及数据输出设备,如图 1-2 所示。

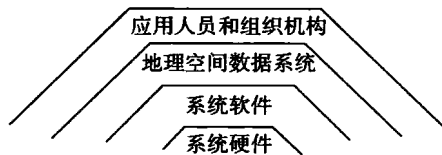


图 1-1 地理信息系统的构成

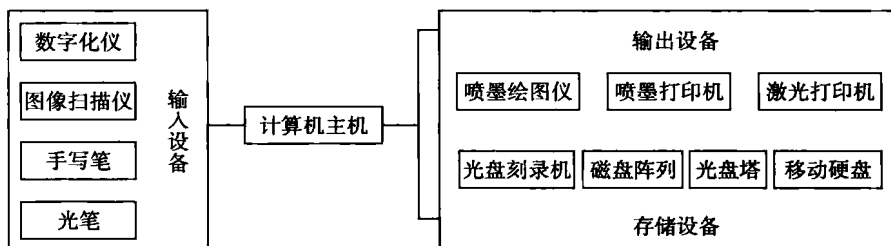


图 1-2 GIS 硬件系统的组成

### 1.2.2 计算机软件系统

软件系统是指地理信息系统运行所必需的各种程序(见图 1-3)。

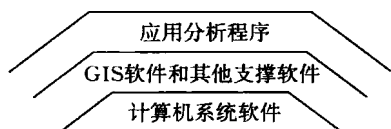


图 1-3 计算机软件系统的层次

#### 1. 计算机系统软件

它由计算机厂家提供、为用户开发和使用计算机提供方便。通常包括操作系统、汇编程序、编译程序、诊断程序、库程序以及各种维护使用手册、程序说明等,是 GIS 日常工作所必需的。

#### 2. 地理信息系统软件和其他支撑软件

地理信息系统软件可以是通常的 GIS 工具系统或专门开发的 GIS 软件包,也可包括数据库管理系统、计算机图形软件包、计算机辅助设计软件、图像处理系统等,用于支持对空间数据输入、存储、转换、输出和与用户接口。

#### 3. 应用分析程序

应用分析程序是系统开发人员或用户根据地理专题或区域分析模型编制的用于某种特定应用任务的程序,是系统功能的扩充与延伸。在优秀 GIS 工具支持下,应用程序的开发应是透明的和动态的,与系统的物理存储结构无关,而是随着系统应用水平的提高,不断优化和扩充。应用程序作用于地理专题数据或区域数据,构成 GIS 的具体内容,这是用户最为关心的真正用于地理分析的部分,也是从空间数据中提取地理信息的关键。用户进行系统开发的大部分工作是开发应用程序,而应用程序的水平在很大程度上决定系统的实用性、优劣和成败。

### 1.2.3 地理空间数据

地理空间数据是指以地球表面空间位置为参照的自然、社会和人文景观数据,可以是图形、图像、文字和数字等,由系统的建立者通过数字化仪、扫描仪、键盘、磁带机或其他通信系统

输入 GIS,是 GIS 所表达的现实世界经过模型抽象的实质性内容。不同用途的 GIS 其地理空间数据的种类、精度都是不同的,但基本上都包括三种互相联系的数据类型。

### 1. 某个已知坐标系中的位置

即几何坐标,标识地理实体在某个已知坐标系(如大地坐标系、直角坐标系、极坐标系、自定义坐标系)中的空间位置,可以是经纬度、平面直角坐标、极坐标,也可以是图像矩阵的行列数等。

### 2. 实体间的空间相关性

即拓扑关系,表示点、线、面实体之间的空间联系,如网络节点与网络线之间的枢纽关系,边界线与面实体间的构成关系,面实体与岛或内部点的包含关系等。空间拓扑关系对于地理空间数据的编码、录入、格式转换、存储管理、查询检索和模型分析都有重要意义,是地理信息系统的特色之一。

### 3. 与几何位置无关的属性

即常说的非几何属性或简称属性(attribute),是与地理实体相联系的地理变量或地理意义。属性分为定性和定量两种,前者包括名称、类型、特性等,后者包括数量和等级等。定性描述的属性如岩石类型、土壤种类、土地利用类型、行政区划等,定量的属性如面积、长度、土地等级、人口数量、降雨量、河流长度、水土流失量等。非几何属性一般是经过抽象的概念,通过分类、命名、量算、统计得到。任何地理实体至少有一个属性,而地理信息系统的分析、检索和表示主要是通过属性的操作运算实现的。因此,属性的分类系统、量算指标对系统的功能有较大的影响。

## 1.2.4 系统开发、管理和使用人员

人是 GIS 中的重要构成因素。地理信息系统从其设计、建立、运行到维护的整个生命周期,处处都离不开人的作用。仅有系统软硬件和数据还构不成完整的地理信息系统,需要人进行系统组织、管理、维护和数据更新、系统扩充完善、应用程序开发,并灵活采用地理分析模型提取多种信息,为研究和决策服务。

## § 1.3 地理信息系统与相关学科、技术的关系

地理信息系统作为传统科学与现代技术相结合的产物,为各门涉及空间数据分析的学科提供了新的技术方法,而这些学科又都不同程度地提供了一些构成地理信息系统的技术与方法(见图 1-4)。因此,认识和理解地理信息系统与这些相关学科的关系,对准确地定义和深刻地理信息系统有很大的帮助。

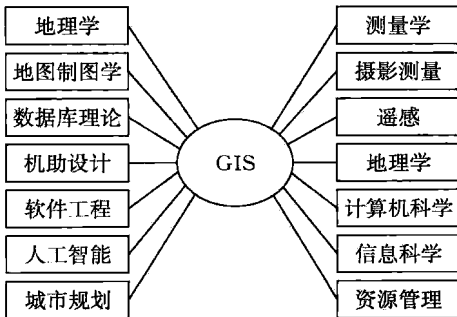


图 1-4 GIS 的相关学科技术

### 1.3.1 GIS 与地理学

地理学为 GIS 提供了有关空间分析的基本观点与方法,是地理信息系统的基础理论依托。而 GIS 的发展也为地理问题的解决提供了全新的技术手段,并使地理学研究的数学传统得到充分发挥。

### 1.3.2 GIS与计算机图形学

GIS应用了许多计算机图形学的技术,但又与计算机图形学不同。计算机图形学主要是利用计算机处理及显示可视化图形信息以及借助图形信息进行人机通信处理的技术。通常计算机图形学所处理的图形数据是不带属性的纯几何图形。而对空间数据进行空间分析的过程中,属性是不可缺少且十分重要的因素。因此,计算机图形学只能完成GIS底层的图形操作,可以说,它是GIS算法设计的基础。而GIS是随着计算机图形学的发展而不断完善的,它除了能对图形信息数据进行显示和处理外,还能完成数据的分析以及数据处理。

### 1.3.3 GIS与CAD和CAM

计算机辅助设计(computer aided design,CAD)系统是使用计算机技术来辅助设计人员进行设计,以提高设计的自动化程度,节省人力和时间的一种计算机系统。计算机辅助制造(computer aided manufacturing,CAM)系统是使用计算机技术进行几何图形的编辑和绘制的计算机系统。

GIS与CAD和CAM有许多共同点,它们均可以处理非图形的属性数据;它们也都可以对空间数据建立空间相关关系,对所描述对象的拓扑结构进行处理等。其主要区别如下。

(1)CAD、CAM不考虑地理坐标系和坐标变换。

(2)GIS的数据量要比CAD和CAM的数据量多得多,数据结构、数据类型也更为复杂,数据间联系紧密,这是因为GIS涉及的区域广泛、精度要求高、变化复杂、要素众多、相互关联,单一结构难以完整描述。

(3)CAD、CAM不具备GIS的空间查询和分析功能。

### 1.3.4 GIS与RS和GPS

遥感(remote sensing,RS)是利用遥感器来探测远处物体性质,它根据不同物体对波谱产生不同响应的原理,识别各类地物。

全球定位系统(global positioning system,GPS)是具有在海陆空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。它除了能提供精确的定位之外,对于速度、时间、方向及距离也能准确地提供信息,运用的范围相当广泛。

地理信息系统与遥感及全球定位系统的集成应用是空间技术、传感器技术、卫星定位与导航技术和计算机技术、通信技术相结合,多学科高度集成的成果,它可以实现对空间信息进行采集、处理、管理、分析、表达、传播和应用。

## § 1.4 地理信息系统的行业应用

地理信息系统在最近几十年内取得了惊人的发展,广泛应用于资源调查、环境评估、灾害预测、国土管理、城市规划、邮电通信、交通运输、军事公安、水利电力、公共设施管理、农林牧业、统计、商业金融等几乎所有领域。

(1)资源管理。主要应用于国土资源管理工作,如掌握土地、森林、草场等资源分布、分级、统计、制图等问题。主要回答“资源定位”和“资源分布模式”两类问题。

(2)资源配置。资源配置是现今社会中的一项重要工作内容,例如各种公用设施、救灾减灾中物资的分配、全国范围内能源保障、粮食供应等。GIS 在这类应用中的目标是保证资源的最合理配置和发挥最大效益。

(3)城市规划和管理。空间分析及规划是 GIS 的一项重要功能,它可以辅助制定和实施城市规划和管理方案。例如,在大规模城市基础设施建设中如何保证公交车站点的合理分布,如何保证学校、商场、运动场所、服务设施等能够产生最大的服务效应等。

(4)土地信息系统和地籍管理。土地和地籍管理涉及土地使用性质变化、地块轮廓变化、地籍权属关系变化等许多内容,借助 GIS 技术可以高效、高质量地完成这些工作。

(5)生态、环境管理与模拟。地理信息系统在生态环境研究中应用广泛,主要有环境监测、生态环境质量评价与环境影响评价、环境预测规划与生态管理以及面源污染等。

(6)应急响应。地理信息系统技术可以解决在发生洪水、战争、核事故等重大自然或人为灾害时,如何确定灾害的影响范围,如何寻找最佳的人员撤离路线、并配备相应的运输和保障设施的问题。

(7)地学研究与应用。地理信息系统所具有的地理分析工具,可以完成诸如地形分析、流域分析、土地利用研究、经济地理研究、空间决策支持、空间统计分析、制图等地学问题。

(8)商业与市场。商业设施的建立充分考虑其市场潜力。例如大型商场的建立如果不考虑其他商场的分布、待建区周围居民区的分布和人数,建成之后就可能无法达到预期的市场和服务效应。有时甚至商场销售的品种和市场定位都必须与待建区的人口结构(年龄构成、性别构成、文化水平)、消费水平等结合起来考虑。地理信息系统的空间分析和数据库功能可以解决这些问题,例如可口可乐公司建立了针对其营销特点的专题销售信息系统,取得了良好的市场效益。

(9)基础设施管理。城市的地上地下基础设施(电信、自来水、道路交通、天然气管线,排污设施、电力设施等)广泛分布于城市的各个角落,并且这些设施明显具有地理参照特征。它们的管理、统计、汇总都可以借助 GIS 完成,而且可以大大提高城市基础设施管理的工作效率。

(10)网络分析。建立交通网络、地下管线网络等的计算机模型,研究交通流量、建立交通规则、处理地下管线突发事件(爆管、断路)等应急处理。警务和医疗救护的最优路径优选、车辆导航等也是 GIS 网络分析应用的实例。

(11)可视化应用。以数字地形模型为基础,建立城市、区域或大型建筑工程、著名风景名胜区的三维可视化模型,实现多角度浏览,可广泛应用于宣传、城市和区域规划、大型工程管理和仿真、旅游等领域。

(12)分布式地理信息应用。随着网络和互联网技术的发展,运行于局域网或互联网环境下的地理信息系统应用类型,其目标是实现地理信息的分布式存储和信息共享,以及远程空间导航等。

## § 1.5 地理信息系统的发展

社会发展的需要、研究技术的进步、应用方法论的提高,以及有关政府、学校、组织机构的建立等因素,极大地推动着地理信息系统的发展。

### 1.5.1 国际 GIS 发展状况

综观 GIS 发展历程,具体表现为以下几个特征阶段。

#### 1. 20 世纪 60 年代为 GIS 探索和初步发展时期

20 世纪 50 年代末和 60 年代初,在计算机获得广泛应用以后,很快就被应用于空间数据的存储与管理。在这个基础上 1963 年诞生了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS)。但是由于当时计算机技术水平不高,存储量小,磁带存取速度慢,使得 GIS 带有更多的机助制图色彩,地学分析功能极简单。

#### 2. 20 世纪 70 年代是 GIS 的发展和巩固时期

20 世纪 70 年代以后,由于计算机软硬件迅速发展,特别是大容量存储功能磁盘的使用,为地理空间数据的录入、存储、检索、输出提供了强有力的手段,使 GIS 朝实用方向发展,美国、加拿大、英国等发达国家先后建立了许多不同专题、不同规模、不同类型的各具特色的地理信息系统。例如,从 1970 年至 1976 年,美国地质调查局就建成了 50 多个信息系统,分别作为处理地理、地质和水资源等领域空间信息的工具。这期间许多大学和研究机构也开始重视 GIS 软件设计及应用的研究。

#### 3. 20 世纪 80 年代是 GIS 普及和推广应用的大发展阶段

由于新一代高性能的计算机的普及和迅速发展,GIS 也逐步走向成熟。GIS 的软硬件投资大大降低而性能明显提高,并且已进入多学科领域,系统建设由功能单一、简单的分散系统向共享型、综合性的系统发展。随着 GIS 与卫星遥感技术的结合,GIS 已用于全球变化的研究与监测。如对气象灾害及对国土资源的动态变化监测。所以,80 年代是 GIS 发展具有突破性的年代,一些具有代表性的 GIS 软件也陆续出现。如 ARC/INFO、GENAMAP 等。

#### 4. 20 世纪 90 年代是 GIS 技术步入全面应用的阶段

20 世纪 90 年代以来,随着地理信息产业的建立和地球数字化产品的普及应用,GIS 的发展进入用户时代。这期间,社会对 GIS 的认识普遍提高,需求大幅度增加,GIS 已成为许多机构(特别是政府决策部门)必备的工作系统。国家级乃至全球级的地理信息系统已成为公众关注的问题,地理信息系统已被列入“信息高速公路”计划,也是曾任美国副总统的戈尔提出的“数字地球”战略的重要组成部分。

### 1.5.2 我国 GIS 发展状况

中国的地理信息系统研究与应用始于 20 世纪 70 年代末 80 年代初,虽然历史较短,但发展很快。大体分四个阶段。

#### 1. 准备阶段

此阶段开始组建队伍,组织实验研究。主要开展了计算机在地图和遥感领域的应用研究与实验。这个阶段的发展为地理信息系统的研制和开发作了技术上的准备。

#### 2. 起步及实验阶段

主要对 GIS 进行理论探索和区域性实验研究,并制定国家 GIS 的规范,并进行信息采集、数据库模型设计。1985 年国家资源与环境信息系统实验室成立。

#### 3. 发展阶段

20 世纪 80 年代末到 90 年代初期,随着社会经济的高速发展,社会各行业都急需 GIS 技



术的参与。地理信息系统技术逐步与国民经济建设各行业紧密结合,其间取得的主要成果包括:国家与地方级的地理信息系统相继投入运行与应用;开发了一系列信息处理和制图软件;有关高校与研究机构设立了地理信息系统学科与相关专业,培养并形成了一支地理信息系统的教学与科研队伍。这都标志着我国地理信息系统进入了新的发展阶段。

#### 4. 产业化阶段

1996年以来,我国GIS技术在技术研究、成果应用、人才培养、软件开发等方面进展迅速,GIS已从初步发展时期的研究实验、局部应用走向产业化发展道路,成为国民经济建设普遍使用的工具,并在各行各业发挥了重大作用。

### 1.5.3 当代GIS发展动态

近年来地理信息系统技术高速发展,其主要原动力来自应用领域对地理信息系统不断提出的要求。另外,计算机科学的飞速发展也为地理信息系统的发展提供了先进的工具和手段。下面对当前地理信息系统的发展动态做一介绍。

#### 1. 真三维GIS和时空GIS

三维GIS是许多应用领域对GIS的基本要求。例如,采矿、地质、石油等领域都需要有真三维GIS技术的介入。近年来,随着计算机技术特别是计算机图形学的发展,使得显示和描述三维实体的几何特征和属性特征成为可能,因此,真三维GIS的应用成为GIS发展的一个热点。

时空GIS(TGIS)是一种采集、存储、管理、分析与显示地理实体随时间变化信息(也称时空信息)的计算机系统。它不但包含传统地理信息系统的空间特性,而且涵盖时间特性;它不但反映事物和现象的存在状态,而且表达了其发展变化过程及规律。虽然时空GIS在理论和实践等环节的研究还不十分成熟,但它是未来GIS发展的一个必然趋势。

#### 2. GIS应用模型的发展

通用GIS的空间分析功能对于大多数应用问题是远远不够的,因为这些问题都涉及自己独特的专用模型。要解决这类问题,最好的方式是GIS本身能支持建立专业应用模型,支持与用户交互式地进行分析与决策。

#### 3. 互联网与GIS的结合

互联网和地理信息系统的结合,即互联网地理信息系统。它不仅为全球用户提供分布式地理信息数据,而且还提供在线分布式地理信息处理与分析的工具。

#### 4. 智能GIS

智能GIS是指与专家系统、神经网络、遗传算法等相结合的GIS,它实际上是基于知识的专家系统在GIS中的应用,它将在解决诸如城市规划与管理、交通运输管理、生态环境管理等问题时起到重要作用。

#### 5. GIS与虚拟现实技术的结合

虚拟现实从本质上说就是一种先进的计算机用户接口,通过该接口,用户可以如同在真实世界那样“处理”计算机系统所产生的虚拟物体。将虚拟现实技术引入GIS将使GIS用户在客观世界的虚拟环境中能更有效地管理、分析空间实体数据。

当前,GIS发展的动态除以上几点外,GIS与CAD的集成,并行处理技术在GIS中的应用等都是GIS研究和发展的热点。GIS的这些发展并不是孤立的,而是相互影响、相互促进